

#2

PCT/CN03/00407

证 明

REC'D 07 JUL 2003	
WIPO	PCT

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2002 07 01

申 请 号： 02 1 25068.5

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 基于波分复用层的光通道保护装置及方法

申 请 人： 华为技术有限公司

发明人或设计人： 李唯实； 薛由道； 肖典军； 刘延明； 雒文斌； 张士尹



**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 景 川

2003 年 6 月 5 日

权 利 要 求 书

1、一种基于波分复用层的光通道保护装置，用于在传送业务与波分复用系统之间完成工作通道的信号透传及保护通道的路由选择，它包括发送端模块和接收端模块，所述发送端模块和接收端模块均包括 N 路工作通道，分别用于与波分复用系统的 N 路工作通道的接收端和发送端相连，其特征是：所述发送端模块和接收端模块还包括 M 路保护通道，分别用于与波分复用系统的 M 路保护通道的接收端和发送端相连；还包括有倒换操作装置，用于根据波分复用系统发出的倒换请求，将指定的工作通道中的信号倒换到指定的保护通道，或将指定的保护通道中的信号恢复到工作通道；其中 M 、 N 均为自然数， $M < N$ 。

2、如权利要求 1 所述的基于波分复用层的光通道保护装置，其特征是：保护通道数 M 大于 1。

3、如权利要求 1 所述的基于波分复用层的光通道保护装置，其特征是：所述发送端模块中的倒换操作装置包括 N 个 50: 50 耦合器和一个 $N \times M$ 光开关，每个耦合器的两路输出中一路接到波分复用系统的一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输入端， $N \times M$ 光开关的 M 个输出端则分别接到波分复用系统中的 M 个保护通道上；

所述接收端模块中的倒换操作装置包括 N 个 50: 50 耦合器和一个 $M \times N$ 光开关，每个耦合器的两路输入中一路接到波分复用系统的一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输出端， $M \times N$ 光开关的 M 个输入端则分别接到波分复用系统中的 M 个保护通道上。

4、如权利要求 1 所述的基于波分复用层的光通道保护装置，其特征是：所述发送端模块中的倒换操作装置包括 N 个 1×2 的光开关和一个 $N \times M$ 光开关，每个 1×2 的光开关的两路输出中一路接到波分复用系统的一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输入端， $N \times M$ 光开关的 M 个输出端则分别接到波分复用系统中的 M

个保护通道上;

所述接收端模块中的倒换操作装置包括 N 个 1×2 的光开关和一个 $M \times N$ 光开关, 每个 1×2 的光开关的两路输入中一路接到波分复用系统的一个工作通道, 另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输出端, $M \times N$ 光开关的 M 个输入端则分别接到波分复用系统中的 M 个保护通道上。

5、如权利要求 1 所述的基于波分复用层的光通道保护装置, 其特征是: 所述发送端模块中的倒换操作装置包括一个 $N \times (N+M)$ 光开关, 该光开关的 $N+M$ 个输出端分别接到波分复用系统的 N 个工作通道和 M 个保护通道;

所述接收端模块中的倒换操作装置包括一个 $(N+M) \times N$ 光开关, 该光开关的 $N+M$ 个输入端分别接到波分复用系统的 N 个工作通道和 M 个保护通道。

6、一种基于波分复用层的光通道保护方法, 用于在传送业务与波分复用系统之间完成工作通道的信号透传及保护通道的路由选择, 其特征是包括如下步骤:

(1) 波分复用系统实时监测系统内各通道信号的质量及光通道保护模块的路由状态;

(2) 波分复用系统判断工作通道中是否有信号需要倒换到保护通道; 如有, 则决定倒换到保护通道的那一路;

(3) 波分复用系统对发送端及接收端的光通道保护模块同时发送准确的倒换请求;

(4) 发送端及接收端的光通道保护模块根据波分复用系统的倒换请求进行倒换操作;

其中: 工作通道有 N 路, 保护通道有 M 路, 其中 M 、 N 均为自然数, $M < N$ 。

7、如权利要求 6 所述的基于波分复用层的光通道保护方法, 其特征是: 保护通道数 M 大于 1。

8、如权利要求 6 所述的基于波分复用层的光通道保护方法, 其特征是: 波分复用系统也判断保护通道中是否有信号需要恢复到工作通道, 如有, 则决定倒换到工作通道的那一路, 并对发送端及

接收端的光通道保护模块同时发送准确的倒换请求。

9、如权利要求 6 所述的基于波分复用层的光通道保护方法，其特征是：在没有信号需要倒换到保护通道时，备份通道可以承载低优先级业务。

说 明 书

基于波分复用层的光通道保护装置及方法

技术领域:

本发明涉及一种基于波分复用 (WDM) 层的光通道保护 (OchP) 装置及方法。

背景技术:

随着 DWDM (密集波分复用) 技术的飞速发展, WDM 系统的传输速率也迅速提高, 很好的满足了日益增长的网络数据业务和语音图象业务的要求及电信运营商对于传输带宽不断增加的需求, 同时也使 WDM 系统的可靠性要求空前的突出, 在提高系统本身各模块可靠性的基础上, 一个好的保护方案的实现对系统可靠性的提高大有裨益。

目前 WDM 系统的保护方案主要分为两种, 一为光复用段保护 (OMSP) 或者叫做光线路保护; 另一为光通道保护 (OChP)。前者主要是为了保护传输光纤; 后者是基于设备级的保护, 其工作原理是当通道信号传输中断或性能劣化到一定程度后, 系统倒换设备将通道信号自动倒换至保护通道进行传输, 倒换与否是由系统接收机根据接收到的各通道信号质量的优劣来定, 不需要外加检测装置, 完全由系统内部接收机的判断装置决定。

随着密集波分复用技术的飞速发展及传输速率的加倍提高, 每个通道所承载的业务数据量越来越大, 其在网络中的位置也越来越重要, 因此每个通道的安全性和可靠性成了网络发展不得不考虑的一个因素, 这就需要提出更好的光通道保护方案。

现有波分复用系统使用的光通道保护方案常用的一种方式 1+1 或 1: 1 保护方案 (其中 1+1 表示冷备份, 1: 1 表示热备份, 二者的区别仅在于在工作通道没有故障时, 保护通道是否也传送业务), 即通过在所有工作 OTU 单元 (光转换单元) 的光信号输入端加

一个功率分配装置，其两路输出一路信号进 OTU 单元，另一路信号接入一个备份 OTU 单元，这样在当前 OTU 单元发生故障时，可以将输入信号倒换至备份 OTU 单元传输，保证系统工作正常。1+1 典型方案如图 1 所示。也可把图 1 中的耦合器用 1×2 的光开关代替。图 1 中实线部分为工作通道路由，虚线部分为保护通道路由。这种保护方式的特点就是利用一个波长信号去保护另外一个波长信号，因此工作通道和保护通道数目是相等的。这种基于 WDM 层的 1+1 的光通道保护方案虽然可以解决通道的可靠性问题，但因此会浪费一半的波长资源，同时也使设备的初始成本加高很多。

发明内容：

本发明的目的就是为了解决以上问题，提供一种基于波分复用层的光通道保护装置及方法，在减少对波长资源的浪费、降低初始成本的情况下，实现 WDM 层自己独立的保护机制。

为实现上述目的，本发明提出一种基于波分复用层的光通道保护装置及方法，用于在传送业务与 WDM 系统之间完成工作通道的信号透传及保护通道的路由选择。

所述光通道保护装置包括发送端模块和接收端模块，所述发送端模块和接收端模块均包括 N 路工作通道，分别用于与 WDM 系统的 N 路工作通道的接收端和发送端相连，其特征是：所述发送端模块和接收端模块还包括 M 路保护通道，分别用于与 WDM 系统的 M 路保护通道的接收端和发送端相连；还包括有倒换操作装置，用于根据 WDM 系统发出的倒换请求，将指定的工作通道中的信号倒换到指定的保护通道，或将指定的保护通道中的信号恢复到工作通道；其中 M、N 均为自然数， $M < N$ 。

所述光通道保护方法包括如下步骤：

- (1)、WDM 系统实时监测系统内各通道信号的质量及光通道保护模块的路由状态；
- (2)、WDM 系统判断工作通道中是否有信号需要倒换到保护通道；如有，则决定倒换到保护通道的那一路；
- (3)、WDM 系统对发送端及接收端的光通道保护模块同时发送

准确的倒换请求;

(4)、发送端及接收端的光通道保护模块根据 WDM 系统的倒换请求进行倒换操作。

由于采用了以上的方案,正常时工作时,在发送端,N路信号进入 OChP 模块后选择相应的工作通道接入 WDM 系统进行传送;在接收端,OChP 模块同样选择工作通道进行接收,此时保护通道是不传业务或者所传业务不被接收端 OChP 模块所接收(只传低优先级业务)。如果 N 路中有 m 路($1 \leq m \leq M$)信号在 WDM 系统传送中因通道因素而出现信号质量劣化或者丢失,则发送端 OChP 模块会把这 m 路信号送入保护通道进行传送,其它 N-m 路信号继续在工作通道中传送;在接收端,OChP 模块对这 m 路信号选择相应的保护通道进行接收,其它 N-m 路仍然选择工作通道进行接收。这样就实现了基于 WDM 层的 M: N 光通道保护。由于出现信号质量劣化或者丢失的通道数量和几率都较小,保护通道的数量 M 就可以比工作通道的数量 N 小,与 1+1 的保护方案相比,节省了资源,节约了初始成本。当保护通道数 M 大于 1 时,相当于将系统中已有的两个或多个保护通道的备份 OTU 级联备份,还会进一步降低因备份 OTU 单元故障或两个以及多个工作 OTU 单元发生故障时系统面临的备份性能崩溃的风险,但是同时又不会增加系统制造成本。

附图说明:

图 1 是现有技术中基于 WDM 系统的 1+1 光通道保护方案示意图。

图 2a 是本发明 OChP 模块在 WDM 系统中的位置示意图。

图 2b 是本发明基于 WDM 系统的 1+N 光通道保护方案示意图。

图 3 是利用耦合器及光开关组成的 OChP 模块内部结构示意图。

图 4 利用光开关组成的 OChP 模块内部结构示意图。

图 5 利用 $N \times (N+M)$ 的光开关组成的 OChP 模块结构示意图。

具体实施方式:

下面通过具体的实施例并结合附图对本发明作进一步详细的描述。下面的实例既可以适于热备份 ($M:N$) 也可以适于冷备份 ($M+N$)，以下不再区分。

见图 2a，本发明所提出的基于 WDM 层的光通道保护装置包括发送端模块和接收端模块，所述发送端模块和接收端模块均包括 N 路工作通道 (N 入 N 出)，分别用于与 WDM 系统的 N 路工作通道的接收端和发送端相连。

所述发送端模块和接收端模块还包括 M 路保护通道，分别用于与 WDM 系统的 M 路保护通道的接收端和发送端相连。

所述发送端模块和接收端模块还包括有倒换操作装置，用于根据 WDM 系统发出的倒换请求，将指定的工作通道中的信号倒换到指定的保护通道，或将指定的保护通道中的信号恢复到工作通道；其中 M 、 N 均为自然数， $M < N$ 。图 2b 就是当 $M=1$ 时的情形，它与 1+1 的保护方案相比，由于只用了—个保护通道对多个工作通道进行保护，节省了资源，节约了初始成本。

图 2b 所示的 1: N 或 1+ N 保护方法虽然可以减少用到的备份 OTU 单元，提高光波长利用率，但这种方式实现的光通道保护前提是 OTU 单元必须正常，如果备份 OTU 单元发生故障或被同一块备份 OTU 保护的两个、多个工作信道的 OTU 单元发生故障时，系统故障备份性能就会出现崩溃。解决这一问题的办法是让其中保护通道数 M 大于 1，图 3、4、5 所示方案都属于这种情形。

上述装置的工作原理如下：正常工作时，在发送端， N 路信号进入 OChP 模块后选择相应的工作通道接入 WDM 系统进行传送；在接收端，OChP 模块同样选择工作通道进行接收，此时保护通道是不传业务或者所传业务不被接收端 OChP 模块所接收。如果 N 路中有 m 路 ($1 \leq m \leq M$) 信号在 WDM 系统传送中因通道因素而出现信号质量劣化或者丢失，则发送端 OChP 模块会把这 m 路信号送入保护通道进行传送，其它 $N-m$ 路信号继续在工作通道中传送；在接收端，OChP 模块对这 m 路信号选择相应的保护通道进行接收，其它 $N-m$ 路仍然选择工作通道进行接收。如果某通道信号在保护通道传送中其工作通道已经恢复正常，OChP 模块可以把该信号从保护通道恢复到

工作通道进行传送。

这里判断某一通道的信号是否需要从工作通道倒换到保护通道是以 WDM 系统中传送该信号的工作通道的质量为依据的，完全是由 WDM 系统的接收机来判断，不需要外加任何检测装置，因为 WDM 系统各通道的接收机都具有这个功能。信号从保护通道恢复到工作通道也是以 WDM 系统中的工作通道的质量为依据，因此说该保护方案是基于 WDM 层的。

不管是工作通道还是保护通道，OChP 模块只是对每路信号进行各自的路由选择，不对信号本身所载的业务进行任何处理，所以 OChP 模块对业务而言是透传的。

因为 OChP 模块对信号路由的选择是以 WDM 系统传送各信号的通道质量为判断依据，所以 WDM 系统和 OChP 模块之间需要有协议支持。该协议应完成以下功能：

(1)、WDM 系统可实时监测系统内各通道信号的质量及 OChP 模块的路由状态；

(2)、WDM 系统判断工作通道中是否有信号需要倒换到保护通道的，并决定倒换到保护通道的那一路；同样 WDM 系统也要判断保护通道中是否有信号需要恢复到工作通道的；

(3)、WDM 系统可对发送端及接收端的 OChP 模块同时发送准确的倒换请求；

(4)、OChP 模块对 WDM 的倒换请求能做成正确的操作。

针对以上 OChP 模块的功能，我们进行了设计，现对比较典型的设计描述如下：

实施例一、利用 50:50 的耦合器（也称分路器）及 M:N（或称 $M \times N$ 或 $N \times M$ ，表示有 M 或 N 个输入端 N 或 M 个输出端）的光开关组成，参看图 3，所述发送端模块中的倒换操作装置包括 N 个 50:50 耦合器和一个 $N \times M$ 光开关，每个耦合器的两路输出中一路接到 WDM 系统的一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输入端， $N \times M$ 光开关的 M 个输出端则分别接到 WDM 系统中的 M 个保护通道上；所述接收端模块中的倒换操作装置包括 N 个 50:50 耦合器和一个 $M \times N$ 光开关，每个耦合器的两路输入中一路接到 WDM 系统的

一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输出端， $M \times N$ 光开关的 M 个输入端则分别接到 WDM 系统中的 M 个保护通道上。

这种情况下需要控制 $M:N$ 的光开关，而且对于 WDM 系统的接收端，工作通道和保护通道的激光器不能同时打开，二者只能有一个处于工作状态，对于发送端激光器不作要求。

实施例二、利用 1×2 的光开关及 $M:N$ 的光开关组成，参看图 4。所述发送端模块中的倒换操作装置包括 N 个 1×2 的光开关和一个 $N \times M$ 光开关，每个 1×2 的光开关的两路输出中一路接到 WDM 系统的一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输入端， $N \times M$ 光开关的 M 个输出端则分别接到 WDM 系统中的 M 个保护通道上；所述接收端模块中的倒换操作装置包括 N 个 1×2 的光开关和一个 $M \times N$ 光开关，每个 1×2 的光开关的两路输入中一路接到 WDM 系统的一个工作通道，另一路接到 $N \times M$ 光开关的一个输出端， $M \times N$ 光开关的 M 个输入端则分别接到 WDM 系统中的 M 个保护通道上。

这种方案对于 $M:N$ 及各 1×2 的光开关状态要求严格的协议控制，要做到两边同时倒换光开关到相应路由，对 WDM 系统发送端和接收端的激光器状态不作要求。

实施例三、利用 $N \times (N+M)$ 的光开关，参看图 5。所述发送端模块中的倒换操作装置包括一个 $N \times (N+M)$ 光开关，该光开关的 $N+M$ 个输出端分别接到 WDM 系统的 N 个工作通道和 M 个保护通道；所述接收端模块中的倒换操作装置包括一个 $(N+M) \times N$ 光开关，该光开关的 $N+M$ 个输入端分别接到 WDM 系统的 N 个工作通道和 M 个保护通道。

这种方案对于要求两边的光开关能同时倒换到相应的路由，对 WDM 系统发送端和接收端的激光器状态不作要求。

下面的计算可以说明当 M 大于 1 时能增加可靠性。

对于上述任一实施例，当采用 2+16 波长保护时（相当于只采取双 OTU 单元级联，即把两个独立的 1+8 保护装置级联成一个 2+16 保护装置，所用设备并没有增加），根据计算，系统 MTBF（平均故障间隔时间）会延长 $k/30$ 倍（与原来的两个独立的 1+8 保护方式相比而言），其中 k 是系统可用时间和故障间隔时间之比，如单板可用

性为 99.99%，则其值大约在 10^4 左右，单板可用性小数点后每增加一个 9，k 值增长一个数量级。如果采取 M+N 方案（即 M 个 OTU 单元级联备份），则系统的 MTBF 会延长 $K^{M-1}P_g^2/P_{gm}^{M+1}$ 倍（P 表示是阶乘函数）。可见采用本专利发明光波长通道保护方式，在 $M>1$ 时，不仅可以节省成本，而且级联保护方式还可以大大提高了系统的可靠性。

说明书附图

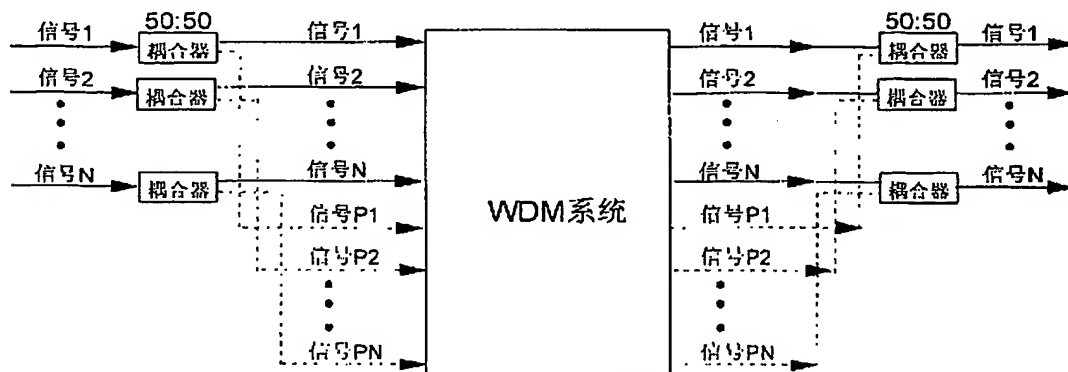


图1

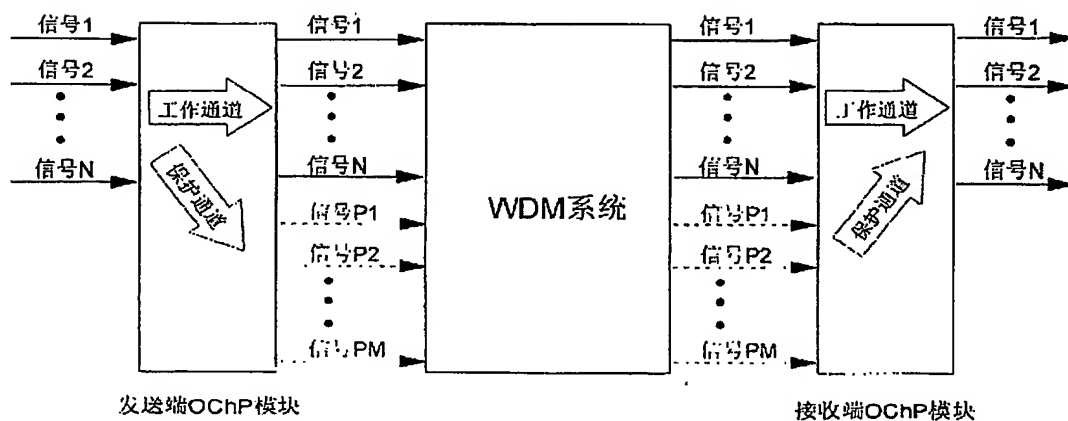


图2a

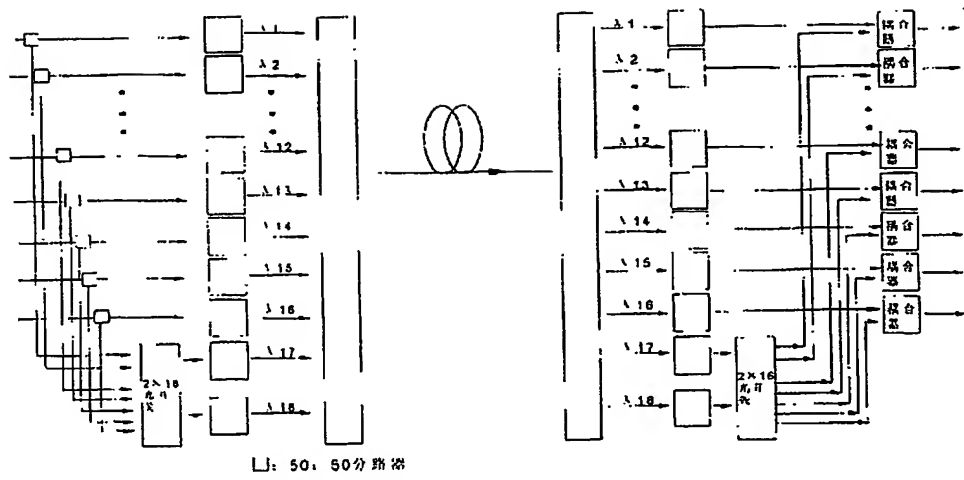


图2b

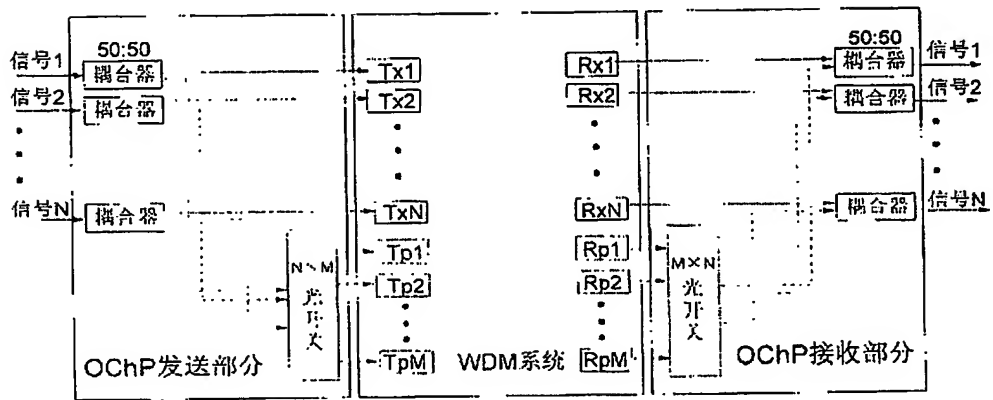


图3

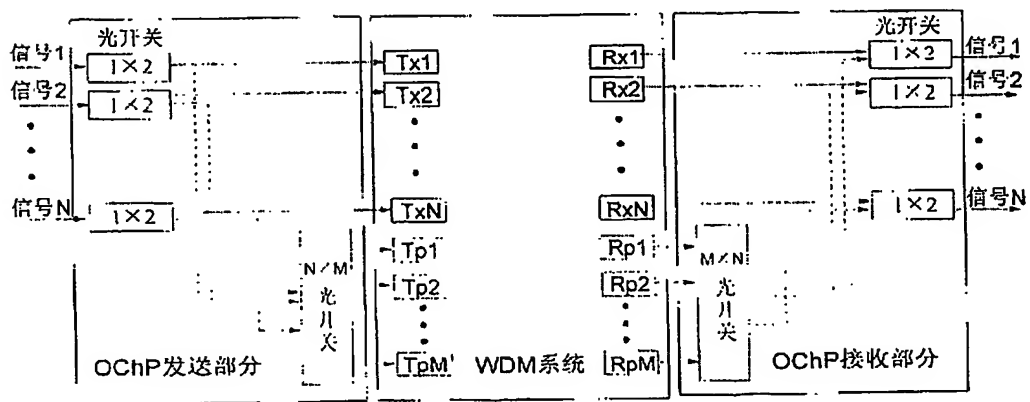


图4

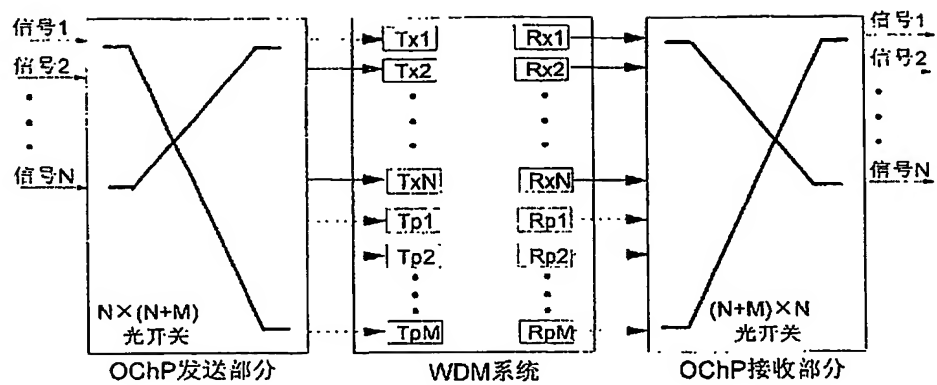


图5